

Neurociencia y bilingüismo: efecto del primer idioma¹

Germamy Díaz-Sánchez

Universidad de Puerto Rico,
Puerto Rico
germaryds_38@hotmail.com

Héctor Joel Álvarez-Pérez

Universidad de Puerto Rico,
Puerto Rico
hjalvarez@libertypr.net

Resumen

Desde la perspectiva neurobiológica, en este trabajo abordamos los efectos del idioma materno sobre el aprendizaje de una segunda lengua. Aunque existen investigaciones en diferentes países sobre este problema, pocas tratan el enfoque de la neurobiología y, menos aún, cuando se trata del español como idioma materno. Para la investigación se recopiló literatura descriptiva y experimental, con el fin de obtener los datos necesarios para alcanzar los objetivos; se realizó un metaanálisis cualitativo de los datos obtenidos, utilizando tablas de correlación. Los datos reflejaron que la adquisición de un segundo idioma siempre va a estar mediatizada por los esquemas ya establecidos del primer idioma y que existen aspectos neurobiológicos que subyacen a algunos mecanismos de interferencia y a la adquisición de un segundo lenguaje. Además, encontramos que, mientras más similares sean los idiomas, los mecanismos neurales subyacentes facilitan la transferencia del uno al otro.

Palabras clave

Neurología, idioma de enseñanza, lengua materna, lengua extranjera, bilingüismo. (Fuente: Tesaurus de la Unesco).

Recepción: 2011-07-26 | Envío a pares: 2012-12-05 | Aceptación por pares: 2013-03-18 | Aprobación: 2013-03-30

Para citar este artículo / To reference this article / Para citar este artigo

Díaz Sánchez, G., Álvarez Pérez, H. J. (2013). Neurociencia y bilingüismo: efecto del primer idioma. *Educ. Educ.* Vol.16, No. 2, 209-228.

¹ Una versión preliminar de este artículo se sometió como requisito para obtención del grado de Máster en Neurociencia educativa del Recinto Metropolitano de la Universidad Interamericana de Puerto Rico por la autora principal.

Neuroscience and Bilingualism: Effects of the Mother Tongue

Abstract

Based on a neurobiological perspective, the authors of this work address the effects of the mother tongue on learning a second language. Although studies on the problem have been conducted in a number of countries, few deal with a neurobiological approach, and much less when it comes to Spanish as the first language. A compilation of descriptive and experimental literature was developed to acquire the data necessary to accomplish the objectives of the study, and a qualitative meta-analysis of the data obtained as such was performed using correlation tables. The data indicate that acquiring a second language will be influenced invariably by the pre-established schemes of the first language and there are neurobiological aspects underlying certain mechanisms involving interference and the acquisition of a second language. It also was found that the more similar the languages, the more the underlying neural mechanisms facilitate the transfer from one to another.

Key Words

Neurology, language of instruction, mother tongue, foreign languages, bilingualism. (Source: UNESCO Thesaurus).

Neurociência e bilinguismo: efeitos do primeiro idioma

Resumo

A partir da perspectiva neurobiológica, neste trabalho abordamos os efeitos do idioma materno sobre a aprendizagem de uma segunda língua. Embora existam pesquisas em diferentes países sobre esse problema, poucas tratam o enfoque da neurobiologia e, menos ainda, quando se trata do espanhol como idioma materno. Para a pesquisa, recopilou-se literatura descritiva e experimental, com o objetivo de obter os dados necessários para atingir os objetivos; realizou-se uma metaanálise qualitativa dos dados obtidos utilizando tabelas de correlação. Os dados refletiram que a aquisição de um segundo idioma sempre estará mediatizada pelos esquemas já estabelecidos do primeiro idioma e que existem aspectos neurobiológicos que subjazem a alguns mecanismos de interferência e à aquisição de uma segunda língua. Além disso, constatou-se que, quanto mais similares os idiomas, mais os mecanismos neurais subjacentes facilitam a transferência de um para outro.

Palavras-chave

Neurologia, língua de instrução, língua materna, línguas estrangeiras, bilinguismo. (Fonte: Tesouro da UNESCO).

Introducción

Cualquier experiencia de aprendizaje duradero provoca cambios neuronales en la corteza cerebral, al menos en dos aspectos: cambiando las conexiones entre las neuronas involucradas en la actividad cognitiva particular y aumentando la cantidad de sinapsis (número de conexiones) entre las neuronas concernidas (Álvarez, 2006; Fuster, 2010). En el aprendizaje del lenguaje materno (L1) o de un segundo lenguaje (L2) ocurren cambios similares (Kuhl, 2010). Recientemente, Osterhout *et al.* (2008) demostraron que el aprendizaje de un segundo idioma en un contexto normal en la sala de clases provoca cambios en la estructura cerebral. Estos autores, aunque admiten que sus resultados son preliminares, destacan que pueden medirse al menos tres tipos de cambios que ocurren en el cerebro humano cuando se aprende un L2, aun en etapas tempranas de su aprendizaje: la actividad eléctrica, la localización de esta actividad eléctrica y cambios en la estructura del cerebro de los aprendices.

Sin embargo, a diferencia de la mayoría, el aprendizaje del L1 ocurre de un modo automático y, aparentemente, se aprende sin esfuerzo una serie de reglas abstractas y computacionalmente complejas pertenecientes a los fonemas, las palabras y las oraciones, al menos mientras el aprendiz está en un ambiente sociocultural saludable (Saffran, Senghas y Trueswell, 2001; Peña-Garay, 2005). Es importante hacer notar que este aprendizaje L1 es universal. No nos deja de maravillar que un niño de tres a cuatro años domina, básicamente, toda la estructura de su idioma materno y es capaz de involucrarse en conversaciones complejas. Por otro lado, el aprendizaje de un L2 por un adulto es todo lo opuesto: es lento, laborioso y, sobre todo, altamente variable; y en la gran mayoría de los casos nunca se alcanza la misma fluidez que en el idioma materno (Hagen, 2008).

Actualmente, conocemos bastante sobre los fundamentos psicosociales y neurobiológicos de la adquisición de un L1. Desde el pasado siglo ha imperado la hipótesis de lo que se conoce como el *pe-*

riodo crítico, entendido como el impedimento del aprendizaje del L2. Esta hipótesis plantea que hay un periodo en donde es posible el aprendizaje de un lenguaje (L1 o L2) de modo automático y natural, y postula que ese tiempo no va más allá de la pubertad o cerca de los 13 años, ya que el cerebro va madurando y pierde la plasticidad para hacer las conexiones necesarias (Hagen, 2008; Hernández y Li, 2007; Sinha, Banerjee, Sinha y Shastri, 2009). Sin embargo, han surgido fuertes críticas a esta hipótesis y, por supuesto, hipótesis o teorías que compiten con ella (Chlasek y Felser, 2006; Hagen, 2008). Una visión experimental que ha entrado en auge en esta nueva perspectiva es que la edad de adquisición de L2 afecta ciertos aspectos del lenguaje (Perani y Abutalebi, 2005) y que, si el periodo crítico existe, no es para todos los aspectos del lenguaje, sino solo para algunos de estos (Hopp, 2010).

En la educación, el aprendizaje de un L2 ha sido un tema objeto de controversia por muchos años, ya que siempre se ha pensado que a los niños se les debe dar una base fuerte en su idioma materno antes de adquirir otro idioma. Algunos promueven esta idea y utilizan el argumento de que el L1 sienta las bases neurales, semántico-léxicas y conceptuales para la adquisición de un L2; otros señalan que es debido a que existe el miedo a que el L2 interfiera en el aprendizaje del L1 y provoque un atraso o confusión en el lenguaje (Torres, 2002; López, 1997).

Esta dicotomía excluyente nos llevó a establecer nuestro tema de investigación para este análisis. En este sentido, los datos obtenidos son importantes para entender qué situaciones puede enfrentar un estudiante bilingüe en la adquisición de un L2. Por ello esta investigación aporta información valiosa al campo de la educación, ya que el problema no se encuentra en que el aprendizaje de un L2 afecte al L1, sino en lo que nuestros resultados indican: que el L1 es fuente de interferencias en el bilingüismo.

Siguiendo esta misma línea, existen teorías que se ajustan a lo que queremos establecer. En primer lugar, Klett cita a varios autores (Weinreich, 1953;

Lado, 1957; Vygotsky, 1985), quienes proponen que, mientras más diferencias existan entre los idiomas, mayor será el grado de interferencia y el problema de aprendizaje en la segunda lengua. El término

“interferencia” alude a la “reorganización de modelos que resulta de la introducción de elementos foráneos en los ámbitos más estructurados de la lengua, como el grueso del sistema fonético, una gran parte de la morfología y la sintaxis y algunas áreas del vocabulario” (Klett 2004).

Además, señalan que la similitud entre los dos idiomas permite que el aprendizaje se realice más fácilmente y dé lugar a una transferencia positiva. De forma contraria, el aprendizaje de un L2 resulta más difícil cuando los elementos son diferentes entre los idiomas.

Estas teorías sugieren que la clave de las dificultades o el éxito que pueda tener un estudiante en la adquisición de un L2 dependen de cuán similares sean los idiomas. Además, se destaca la teoría de Vygotsky, que plantea “la relación intrínseca que anuda las lenguas en contacto en la medida en que los significados pertenecientes al sistema semántico de la lengua materna condicionan y organizan la mediación entre el sistema de significaciones de la lengua extranjera” (Klett 2004). Es decir, que el aprendizaje de conceptos del L2 se da mediante los conceptos que ya hemos aprendido en L1.

Estos son los argumentos teóricos psicolingüísticos en los que se basa nuestro análisis, los cuales apoyan el punto de vista sobre la interferencia lingüística existente en el bilingüismo. Nuestros objetivos principales son: investigar si la interferencia del L1 en el aprendizaje de un L2 está fundamentada en los sustratos neurales que intervienen en el lenguaje; indagar las posibles razones por las cuales el L1 interfiere en la adquisición de un L2; y explorar los sustratos neurobiológicos que subyacen a los diferentes aspectos del lenguaje en los bilingües.

Por otro lado, nuestro análisis, desde el punto de vista neurobiológico, está fundamentado en el

modelo propuesto por Kuhl (2005). De acuerdo con esta autora, el patrón emergente de la investigación neurobiológica sobre la adquisición del lenguaje es muy diferente del que se había sostenido históricamente. Los infantes no son tabulas rasas como sostenía Skinner ni “lingüistas innatos” como postulaba Chomsky. Estos utilizan estrategias innatas de aprendizaje para internalizar la fonética y la gramática del lenguaje. Por otro lado, los adultos, al dirigirse a los infantes, modifican el lenguaje de modo tal que ayude a que sus cerebros hagan un mapa del mismo. En combinación, estos dos factores proveen un procedimiento poderoso para el descubrimiento del lenguaje por parte del infante.

Método

Para este análisis, se hizo una recopilación de literatura experimental moderna (Tabla 1), con el fin de obtener los datos necesarios para lograr los objetivos. Se realizó el análisis cualitativo de los datos, utilizando tablas de correlación y siguiendo la metodología de metaanálisis propuesta por Avilés, Morales y Pacheco (2004). Es decir, que se correlacionan los resultados de los diferentes estudios, comparando de modo sistemático y sinérgicamente los resultados de las investigaciones utilizadas e incorporando artículos teóricos y experimentales para suplementarla. Todas las investigaciones que analizamos para correlacionar las tareas cognitivas con los sustratos neurales que subyacen a las mismas, y la gran mayoría de las que utilizamos como marco teórico, utilizan una o las dos metodologías (lo que nos permite agrupar los resultados) que explicamos a continuación.

La EEG (ERP). La transmisión nerviosa entre neuronas ocurre porque partículas cargadas eléctricamente atraviesan la membrana neuronal y esto genera un potencial eléctrico que se desplaza a través de las neuronas, produciendo lo que se conoce como un impulso nervioso. Este impulso eléctrico se puede monitorear a través del cráneo colocando, al menos, dos electrodos en algún lugar de la cabeza (por lo general en el cuero cabelludo). La actividad

eléctrica de las neuronas se traduce en ondas que se registran en un encefalograma (EEG). La producción de estas ondas está asociada a algún evento sensorial, motor o cognitivo, y por eso se conocen como “potencial relacionado a eventos” o como *event-related potentials* (ERP, por sus siglas en inglés).

El ERP toma forma de ondas de voltaje negativo y positivo relacionadas con la actividad neuronal preevento o base. Así, entonces, las ondas producidas durante el evento y posevento indican lo que está ocurriendo, dónde está ocurriendo y, en tiempo real, cuándo está ocurriendo. Las primeras ondas que ocurren entre los primeros 200 microsegundos (ms) del procesamiento de un evento tienen un patrón que varía de acuerdo con la modalidad sensorial que activa el evento; las que se generan más tarde varían de acuerdo con la naturaleza del procesamiento cognitivo que genera la tarea. Los componentes del ERP se definen por: tiempo en que ocurren, distribución de los electrodos en la cabeza, patrones de sensibilidad a la manipulación experimental y sustrato neural que las genera. Estos componentes de las ondas ERP proveen información de los procesos neurales y cognitivos que se están midiendo (Kutas y Federmier, 2000).

La fMRI. Se refiere a imagen por resonancia magnética funcional. Es una herramienta complementaria para los investigadores que quieren establecer una relación entre los procesos cognitivos y su sustrato neurobiológico. Da una imagen de las áreas del cerebro donde está ocurriendo mayor actividad, basándose en la cantidad de sangre que llega a las mismas comparada con la irrigación sanguínea base. Aunque esta técnica se ha criticado por no ser exacta en la localización de los posibles tejidos neuronales activos en un tiempo dado, se ha utilizado ampliamente, en conjunción con otras técnicas, para determinar áreas neuronales que se activan durante diferentes tareas cognitivas. En esta técnica, se coloca el sujeto en la máquina y, mientras realiza una tarea cognitiva, por ejemplo nombrando objetos, se captan imágenes de las diferentes áreas

del cerebro que están involucradas. Si dos funciones cognitivas diferentes activan áreas del cerebro que no se solapan entre sí, se presume que esas dos áreas están involucradas de modo diferencial en las tareas dadas (Vigliocco, 2000).

Presentación y discusión de los datos

En esta sección, presentaremos la discusión de los datos. Refiérase a la Tabla 1 para muestras y métodos y a la Tabla 2 para el resumen de los resultados.

Patrones léxicos. En primer lugar, en el estudio realizado por Elston-Güttler y Williams (2008) sobre la influencia de los patrones léxicos del alemán (L1) en el procesamiento de palabras del inglés (L2), los resultados indicaron que el grupo de alemanes cuyo L2 era el inglés obtuvo un efecto mayor de interferencia del L1 que el grupo cuyo idioma nativo era el inglés, en todas las variables medidas. Esto sugiere que sí existe una influencia entre el léxico del L1 y el procesamiento semántico de las palabras del L2; es decir, que hay una influencia del L1 en el procesamiento del L2, en momentos donde los patrones léxicos difieren entre el primer y el segundo idioma.

Esto indica que los estudiantes bilingües activan información conceptual de su L1 en la lectura de palabras de su L2. Los autores de este artículo señalan que los estudiantes bilingües utilizan la forma correcta del L2 y crean mapas conceptuales para identificar cuándo es errónea la respuesta, pero, en algún punto, el concepto de su idioma nativo se activa y hace la conexión con la traducción a nivel léxico. Sin embargo, estas conclusiones se limitan a un tipo de estudiante bilingüe, ya que debemos considerar que los participantes adquirieron el L2 entre los 10 y los 11 años de edad. Los autores subrayan que la edad en la que una persona adquiere un L2 también es un factor importante.

En una línea similar, Ivanova y Costa (2007) sometieron a prueba la hipótesis que dice que el bilingüismo causa una desventaja en el acceso al

léxico de los bilingües, e incluyeron sus idiomas dominantes: el español y el catalán, llegando a obtener resultados sorprendentes. En este caso, los sujetos, estudiantes universitarios, habían adquirido el L2 en su casa a edad temprana con sus padres. Los sujetos tenían que nombrar lo más rápido posible las fotos que se les presentaban. En ambos casos, ya sea español o catalán, los monolingües nombran las fotos más rápido que los bilingües. La desventaja de los bilingües no desaparece con la repetición del estímulo. Este fenómeno es más notorio en las palabras de menor frecuencia que en las de mayor frecuencia y, además, está presente tanto en los cognados como en los no cognados. En este caso, se demuestra la interferencia del L2 en el L1. Los autores especulan que la presencia de la desventaja del bilingüe a la hora de nombrar las fotos está causada por un retardo en acceder al sistema léxico, aun en el L1.

De acuerdo con los autores, los bilingües exhiben una desventaja para acceder al léxico durante la producción del lenguaje en comparación con los monolingües, aunque la tarea se haga en su primer y dominante lenguaje. El procesamiento del L2 demanda más que el procesamiento del L1, en la selección de un ítem lexical mediado por recursos de procesos más controlados. El lenguaje dominante es procesado aparentemente a través de un sistema más automático y es menos dependiente de estos mecanismos de control. Se especula que, a medida que una persona sea más proficiente en el L2, estos mecanismos se automatizarán. El control del lenguaje está asociado íntimamente al control cognitivo en general, que es una función compleja que se debe pensar en términos de interacciones dinámicas entre sistemas neurales.

Los estudios funcionales indican que varios subcomponentes del control cognitivo implican circuitos neurales separados, que incluyen: la corteza singular prefrontal, parietal y anterior; el ganglio basal; y la corteza frontal, motora y temporo-parietal. El núcleo caudado y la corteza singular anterior son parte de la red neural involucrada en el proceso

de seleccionar entre idiomas en un cerebro bilingüe. Mientras más débil es el L2, más importante es la incorporación de estas áreas, que se utilizan para la decisión de qué idioma utilizar.

Exactamente en esta misma línea de investigación, Abutalebi *et al.* (2008) enfocaron su trabajo en la red neural que subyace al control del lenguaje en los bilingües y atendieron el asunto de la especificidad del mecanismo de la selección del lenguaje. El análisis de la fMRI se enfocó en identificar las regiones del cerebro involucradas en dar nombres a las imágenes y en cómo los bilingües controlan el lenguaje que utilizan durante este proceso, en comparación con los monolingües. Trabajaron con 12 estudiantes universitarios bilingües adultos, con alemán como L1 y francés como L2. La adquisición de L2 fue tardía para todos, cerca de los 12 años, en promedio. Se analizaron las respuestas utilizando fMRI, mientras los sujetos nombraban fotos en dos contextos monolingües y en uno bilingüe. Estos autores encontraron que el circuito que controla el lenguaje es modulado por el contexto situacional (bilingüe frente a monolingüe) en el que los bilingües son colocados.

Se ha sugerido que el núcleo caudado puede estar activado cuando el sistema procesador del lenguaje no depende solamente de mecanismos automáticos, sino que tiene que reclutar también procesos controlados. La extensión de la actividad en algunas de estas estructuras, en particular, en la corteza singular y el giro frontal inferior, fue mayor cuando se seleccionaron elementos del léxico del L2, en comparación con el L1. En lo relacionado con la corteza anterior cingulada izquierda, la activación observada en la comparación fue mucho más extensa. Esta corteza está involucrada en las tareas de control de interferencia y conflicto entre lenguajes, detección de errores y evaluación de respuestas, como la que ocurre cuando tenemos que obviar los nombres en L1 para darlos en L2. Los resultados indican que las áreas del cerebro que controlan la selección apropiada del lenguaje a utilizarse, entre dos lenguajes que compitan, son diferentes de aquellas que controlan esta función en el lenguaje dominante.

Anteriormente, Klein *et al.* (2006) habían investigado si el léxico en L1 y L2 ocupaban un mismo sustrato neural similar. Trabajaron también con estudiantes universitarios adultos bilingües de L1 inglés/L2 francés. Estos también adquirieron L2 tardíamente, entre 4 y 12 años de edad. Tanto en L1 como en L2, cambiar las palabras mientras se procesan activa las mismas áreas del cerebro: el giro temporal lateral superior y la región frontal posterior izquierda. Tampoco hay diferencias entre el procesamiento del significado del léxico en ambos idiomas. La edad de adquisición del L2 no fue un factor importante en ninguna de las pruebas realizadas, excepto en la traducción hacia atrás, de L2 a L1, donde el giro izquierdo inferior frontal se activa menos a medida que aumenta el rendimiento, que a su vez está dado por la automatización de los procesos.

Concluyen estos autores que existe un gran solapamiento entre las estructuras utilizadas para los aspectos semánticos y conceptuales entre L1 y L2, aunque se pueden identificar algunas diferencias menores. En L1, un cambio en las palabras resulta en una activación bilateral de las áreas auditivas primarias y secundarias. En la fase de percepción inicial del estímulo se activan regiones posteriores del giro frontal inferior izquierdo.

Esto sugiere que el giro frontal inferior izquierdo está implicado en el procesamiento semántico automático para acceder a información léxica. Los componentes neurales para el procesamiento de información semántico-lexical son la región frontal inferior izquierda y las áreas temporales de ambos hemisferios. Los resultados sugieren que cuando se accede a una palabra en L2, automáticamente, se accede a su equivalente en L1. Los resultados, además, sustentan que las representaciones mentales de las palabras en un cerebro bilingüe están integradas y comparten un solo sistema representacional, pero se propone que existen diferentes grupos de neuronas, dentro de este sistema, para percibir L2 y L1.

Fonética. Por otro lado, en la investigación realizada por Díaz, Baus, Escera, Costa y Sebastián-

Gallés (2008) sobre el origen de las diferencias individuales en la percepción de contrastes fonéticos del catalán (L2), los resultados indicaron que, en cuanto a las capacidades acústicas generales, no se encontraron diferencias significativas entre los dos grupos de participantes (buena y pobre percepción), en ninguna de las variables acústicas medidas (frecuencia, duración y patrones). Sin embargo, en cuanto a las capacidades auditivas del habla, se encontraron diferencias significativas entre los dos grupos. El grupo de buena percepción mostró una respuesta mayor a los estímulos fonéticos que el grupo de pobre percepción.

Esto sugiere que, debido a la ausencia de diferencias entre el grupo de buena y pobre percepción, el análisis perceptual de las características de los sonidos y su representación en la memoria, o sea, de las capacidades psicoacústicas, no fundamenta las diferencias entre estos grupos. En cambio, los resultados apoyan que el origen de la variabilidad individual, en el dominio de fonemas del L2, está en las capacidades específicas del habla. En otras palabras, debido a que no se encontraron diferencias significativas entre los dos grupos, en cuanto a sus capacidades acústicas, los autores entienden que ambos son igualmente capaces en el procesamiento de material acústico. Sin embargo, ambos difieren en su sistema de percepción, ya que el grupo de buena percepción demostró ser muy competente para identificar los contrastes fonéticos.

En una línea similar, Iverson, Ekanayake, Hamann, Sennema y Evans (2009), estudiando el efecto del L1 (sinhala, alemán y holandés) en el aprendizaje del L2 (inglés) para dos fonemas específicos: *w/v*, encontraron que los hablantes de L1 difieren en su habilidad para percibir y producir los sonidos */w/* y */v/* en inglés. Los holandeses ejecutan muy bien estos sonidos: los identifican, producen y discriminan; los alemanes tienen entre 50 % y 100 % de efectividad; y los que hablan sinhala tienen los peores resultados, que no son mejores que los que arroja el puro azar. Los autores atribuyen esta diferencia de los hablan-

tes de sinhala y alemán a la interferencia lingüística. Los hablantes de sinhala tienen una pobre precisión al identificar los sonidos, porque su espacio de percepción para estos estímulos es de una sensibilidad acústica pobre y no pueden discriminar entre los límites de separación entre uno y otro sonido. Los resultados sugieren que estas diferencias en el aprendizaje fueron causadas más por interferencia perceptual que por la asimilación categórica.

Cabe señalar que los estudios de neuroimagen sobre la organización neural del lenguaje proponen que el L2 se adquiere mediante los mismos mecanismos responsables del aprendizaje del L1. Además, Golestani, Paus y Zatorre (2002) plantean que “el éxito del aprendizaje de un contraste fonético no nativo resulta en el reclutamiento de las mismas áreas (neurales) que están involucradas durante el procesamiento de contrastes nativos”. De acuerdo con lo mencionado anteriormente, el nivel de rendimiento que puede haber entre primer y segundo idioma recae en el uso de mecanismos neurales compartidos. Desde este punto de vista, se sugiere que el procesamiento fonético nativo y no nativo está igualmente relacionado con las habilidades del habla, pero varía la efectividad en cada individuo.

Gramática. Por su parte, Sabourin y Stowe (2008) investigaron los efectos del L1 (holandés, alemán y lengua romance) en el procesamiento neural del L2, estudiando dos construcciones gramaticales: verbo y género. Los resultados indicaron, en cuanto al dominio verbal, que los grupos cuyo L2 era el holandés mostraron efectos similares a los del grupo cuyo idioma nativo era el holandés. En este experimento, todos los grupos reconocieron errores gramaticales en las oraciones. En cuanto al género, el grupo de los alemanes cuyo L2 era el holandés mostró el reconocimiento de errores gramaticales, mientras que el grupo de lengua romance cuyo L2 era el holandés no lo mostró. De acuerdo con los resultados, los investigadores concluyen que existe un procesamiento parecido al del idioma nativo cuando los idiomas son similares y las construccio-

nes (gramaticales) siguen reglas. En cambio, cuando las construcciones gramaticales no son similares o dependen de características léxicas diferentes en el primer y segundo idioma, la transferencia en las rutinas de procesamiento falla.

En un estudio realizado por Tokowicz y MacWhinney (2005), los resultados revelan que la similitud entre L1 y L2 juega un papel importante para que el procesamiento del L2 sea más parecido al del L1. Esto sugiere que los resultados de nuestro estudio son compatibles con lo encontrado por Tokowicz y MacWhinney. Como ya se había mencionado antes, el grupo de lengua romance cuyo L2 era el holandés mostró transferencia en las rutinas de procesamiento en el dominio verbal (si los idiomas no diferían tanto, pues la concordancia gramatical está mediada por reglas), pero no mostró esta transferencia en la concordancia del género (si los idiomas no son similares). Esto debido a que se encuentran características léxicas específicas necesarias para que exista concordancia gramatical en el género, por lo que la transferencia en las rutinas de procesamiento no será exitosa. Por consiguiente, los autores concluyen que el éxito o fracaso de la transferencia de rutinas de procesamiento depende del grado de similitud que existe entre los idiomas. Esto significa que, mientras más similares sean los idiomas, más fácil será la transferencia de uno a otro.

Wartenburger *et al.* (2003) investigaron también el procesamiento gramatical entre L1 y L2 y determinaron condiciones correctas/incorrectas gramaticales y semánticas, ello utilizando oraciones escritas que se presentaban a los sujetos mientras se utilizaba fMRI para determinar el sustrato cerebral activado. Estos autores trabajaron el efecto de la edad de adquisición del L2 y el rendimiento alcanzado. Los resultados de este trabajo fueron sumamente interesantes. Al comparar la semántica de L1 y L2, el grupo de adquisición temprana de alta ejecución no demuestra diferencia entre las áreas activadas. Los grupos de adquisición tardía demuestran una mayor activación bilateral del área inferior frontal, pero

diferenciándose entre sí los de alta ejecución y baja ejecución: en el área de Broca el de baja ejecución, y más frontal inferior el de alta ejecución.

Por otro lado, no hubo diferencia significativa en la ejecución gramatical y semántica de L2 entre los grupos de adquisición temprana del lenguaje y los de adquisición tardía que tenían alta ejecución, pero sí hubo diferencia significativa en la ejecución gramatical y semántica y en el tiempo de reacción de L2 entre los de adquisición temprana del lenguaje y los de adquisición tardía de baja ejecución. También hubo diferencia significativa en la ejecución gramatical y semántica de L2 entre los de adquisición tardía de alta y baja ejecución.

Los resultados de fMRI para la evaluación de la gramática indicaron que los participantes de L2 de adquisición tardía con alta ejecución, comparados con los de temprana adquisición, demostraron activación bilateral en el giro frontal inferior. El grupo de adquisición temprana de L2 de alta ejecución no demostró activación de áreas adicionales al grupo de adquisición tardía de alta ejecución. Sin embargo, el grupo de adquisición tardía de alta ejecución, comparado con el de adquisición tardía de baja ejecución, demostró mayor activación en la unión temporoparietal izquierda, el giro lingual derecho y el lóbulo parietal inferior derecho.

Por su lado, los resultados de fMRI para la evaluación semántica demostraron que no hubo diferencias entre los grupos de alta ejecución de L2. El grupo de adquisición tardía de alta ejecución demostró mayor activación en la región izquierda media frontal y el giro derecho fusiforme que el grupo de adquisición tardía de baja ejecución, que probó mayor activación en las regiones frontal izquierda inferior y frontal derecha. La comparación entre todos los grupos de L1 no arroja activación adicional de ninguna área.

Por último, cuando se comparan las áreas de activación en la gramática de L1 y L2, el grupo de temprana adquisición de alta ejecución no demuestra

diferencias entre las áreas del cerebro activadas, mientras que los dos grupos de adquisición tardía indican una extensa activación de áreas adicionales de la corteza frontal y temporal de ambos hemisferios, área de Broca, incluyendo estructuras subcorticales durante el procesamiento gramatical.

Con resultados similares de la involucración diferencial de los hemisferios cerebrales en etapas diferentes de adquisición del L2, se encuentra el estudio realizado por Reiterer, Pereda y Bhattacharya (2009) sobre participación hemisférica en el procesamiento del L2, comparando dos grupos que difieren en el grado de rendimiento del L2. En esta investigación, los resultados mostraron una mayor participación del hemisferio derecho en el procesamiento del lenguaje en el grupo bilingüe con bajo nivel de rendimiento en su L2. Los autores concluyen que hay más participación del hemisferio derecho en los hablantes del L2 con bajo rendimiento. Ahora bien, las razones por las que hay más participación del hemisferio derecho en los bilingües de bajo rendimiento todavía siguen siendo un interrogante.

Obler (1981), citado en Reiterer *et al.* (2009), propone una “hipótesis de cambio”, la cual plantea que, al principio, ambos hemisferios son igualmente capaces de realizar las funciones del lenguaje, pero gradualmente estas se lateralizan hacia el hemisferio izquierdo. De acuerdo con esta teoría, el hemisferio derecho tiene dominio sobre el izquierdo en etapas iniciales, cuando el individuo se enfrenta a estímulos nuevos, como lo es el procesamiento de patrones tonales, etc. En cambio, hay mayor participación del hemisferio izquierdo durante las etapas tardías del proceso de aprendizaje, como cuando se comprende la gramática de un idioma.

Siguiendo este modelo, los autores suponen que existe mayor activación del hemisferio derecho durante la etapa temprana en la adquisición de un L2, mientras que esta predominancia bajará en etapas posteriores, cuando el conocimiento gramatical es mayor. Además, esta mayor participación

del hemisferio derecho se puede relacionar con la experiencia que tenga una persona en el L2, ya que, como puede entenderse, la dominancia de este hemisferio puede estar asociada con una experiencia limitada y con el nivel de rendimiento en el aprendizaje del L2.

En otras palabras, la teoría de Obler, según Reiterer *et al.* (2009), nos sugiere que, mientras mayor sea la experiencia en el aprendizaje de un L2, refiriéndonos a la etapa tardía del proceso de aprendizaje del lenguaje, habrá mayor participación del hemisferio izquierdo. Por el contrario, la mayor participación del hemisferio derecho está asociada con la poca experiencia, refiriéndonos a la etapa temprana del proceso de aprendizaje, y el rendimiento que una persona tenga en su L2. Es importante señalar que esta es una posible explicación del fenómeno, que no debe darse por hecho, ya que, como se había mencionado antes, no se sabe con certeza las razones por las que un hemisferio participa más que el otro en ciertas etapas del aprendizaje de un L2.

Aprendizaje de morfemas. Por último, el artículo de Kohnert y Danahy (2007) sobre las habilidades lingüísticas en el aprendizaje de un nuevo morfema en niños bilingües reflejó, según los resultados, que la mayoría de los niños del grupo a los que se les enseñó el nuevo morfema en español (L1) lo aprendieron con un 90 % de exactitud. En cambio, solo dos niños del grupo a los que se les enseñó el nuevo morfema en inglés (L2) lo aprendieron con un 90 % de exactitud. Los autores concluyen que el desempeño en niños bilingües al aprender nuevas reglas morfológicas está ligado a las diferencias en las experiencias específicas del lenguaje.

En este estudio, la experiencia en el lenguaje de instrucción parece jugar un rol importante. Esto porque debemos tomar en cuenta que se les enseñó una nueva regla de lenguaje a niños bilingües con un trasfondo lingüístico similar, con la única diferencia de que a un grupo se le enseñó en su L1 (español) y al otro grupo en su L2, el cual era su idioma “débil”. Esto

sugiere que, a pesar de que los ítems utilizados para enseñar el nuevo morfema eran conocidos por los participantes, las representaciones de estos conceptos eran más fuertes en el L1. Por ello los autores señalan que esto pudo facilitar la rapidez en el procesamiento y ayudar a que el niño aprendiera la nueva regla de lenguaje más fácilmente. Por tal razón, los autores concluyen que el rendimiento en el aprendizaje de una regla de lenguaje está relacionado con el trasfondo lingüístico del niño. Cabe destacar que en este estudio la muestra no fue muy grande, aunque los resultados obtenidos son significativos y abren el camino para futuras investigaciones.

Análisis de los datos y conclusiones

Como ya hemos especificado, el propósito de este trabajo es investigar si existe interferencia del L1 en el aprendizaje de un L2, indagar las posibles razones por las cuales el L1 interfiere en el L2 y explorar los posibles sustratos neurales que intervienen en las similitudes y diferencias entre el primer idioma y el segundo. El análisis de las investigaciones y la literatura de apoyo teórico, tomados juntos, nos revelan información muy valiosa relacionada con las cuatro áreas del lenguaje analizadas, relacionadas con el bilingüismo. Según los datos discutidos en la sección anterior, el L1 siempre está involucrado en el procesamiento del lenguaje del L2 y, más aún, ambos comparten las mismas áreas de la corteza cerebral y algunas otras estructuras no corticales. Muchos de los estudios, aunque miden variables distintas, reflejan de una forma u otra que hay una interferencia del L1 sobre el L2, siendo las áreas de la fonética, el léxico y la gramática las tres áreas más importantes (en la Tabla 2 se muestra un resumen de las conclusiones de los artículos).

Cabe señalar que el tema de la interferencia de un idioma en otro ha sido objeto de discusión por muchos años. Sin embargo, en los círculos académicos puertorriqueños muchos piensan que es el L2 el que tiene influencia en el L1, interfiriendo con su

estructura y léxico. No obstante, nuestra investigación refleja que la interferencia ocurre siempre del primer idioma al segundo; y en una sola investigación (Ivanova y Costa, 2007) encontramos que el L2 interfería con el léxico del L1, porque los bilingües se veían afectados en la velocidad de respuesta para nombrar objetos en uno u otro idioma.

La desventaja del bilingüe la causa un retardo en el acceso al sistema léxico en el L1. Sin embargo, una posible explicación de este fenómeno es el efecto de la frecuencia, de acuerdo con la cual los hablantes bilingües necesitan más tiempo para recuperar el léxico de su L1, ya que utilizan estas palabras con menos frecuencia que los monolingües. Si esta explicación es correcta, la interferencia no la causan aspectos lingüísticos *per se*, sino la velocidad de acceso en las redes neurales al léxico correspondiente, en este caso, catalán o español (Ivanova y Costa, 2007).

De acuerdo con nuestra investigación, la adquisición de un L2 siempre va a estar mediatizada por los esquemas ya establecidos en L1. Desde el aspecto puramente educativo de la enseñanza formal de un L2, el planteamiento de Klett (2004; citando a Vygotsky 1985), es fundamental:

La asimilación de una LE [lengua extranjera] en la escuela supone un sistema ya formado de significaciones en la lengua materna. El niño no tiene que desarrollar de nuevo una semántica del lenguaje, formar nuevamente los significados de las palabras, assimilar otra vez los conceptos de los objetos. Debe assimilar palabras nuevas que corresponden punto por punto al sistema ya adquirido de conceptos. Por esto, se establece una relación totalmente nueva entre la palabra y el objeto, distinta de la de la LM [lengua materna]. La palabra extranjera que el niño asimila tiene con el objeto una relación no directa sino mediatizada por las palabras de la LM.

La cita anterior señala algo muy importante, y es que cuando se está aprendiendo un L2 no se em-

pieza de cero, sino que ya tenemos nuestras propias representaciones y significados de los objetos, los cuales aprendimos en nuestro L1. Es decir, si un niño, por ejemplo, con L1 español/L2 inglés, está aprendiendo sobre las frutas en su L2, lo que aprende es la nueva palabra *apple*, pero en su L1 ya conoce el concepto “manzana” (color, textura, etc.). Por tanto, lo que tiene que asimilar es que la palabra *apple* significa lo mismo que “manzana”, pero en otro idioma. De esta forma, cuando el niño vea la palabra *apple* “accederá” al concepto mediante los conocimientos que tiene de su L1. Siguiendo lo señalado por Vygotsky, por esta razón es que la relación entre palabra y objeto es indirecta, ya que está mediatizada por los conceptos que se tienen del L1.

Esta teoría bien podría ajustarse al estudio de Elston-Güttler y Williams (2008). En este aspecto, podemos ver que las representaciones conceptuales del L1 intervienen en el procesamiento semántico de un L2. Con una postura similar, Klett (2004) señala que la lengua materna “actúa como un filtro en el sentido de que los preconstructos y las representaciones de aquella determinan y seleccionan lo que le llega al alumno de la lengua meta”. Esto significa que todo es procesado primero por el L1 y la nueva información que se percibe es determinada por el mismo.

Nuestra investigación sugiere que el reclutamiento de ciertas áreas cerebrales adicionales es necesario en el procesamiento de un L2, mediado por recursos de procesos más controlados, que el procesamiento del L1 en la selección de un ítem léxico (Abutalebi *et al.*, 2008). El lenguaje dominante, aparentemente, es procesado de modo más automático y es menos dependiente de estos mecanismos de control. En la medida que una persona sea más proficiente en el L2, estos mecanismos se automatizarán. Esto implica que el control del lenguaje está asociado íntimamente al control cognitivo en general, que es una función cognitiva compleja que se debe entender en términos de interacciones dinámicas entre sistemas neurales.

Los estudios funcionales (fMRI) indican que varios subcomponentes del control cognitivo implican circuitos neurales separados, que incluyen: la corteza singular prefrontal, parietal, y anterior; el ganglio basal; y la corteza frontal, motora y temporoparietal. El núcleo caudado y la corteza singular anterior son parte de la red neural involucrada en el proceso de selección entre idiomas, en un cerebro bilingüe. Mientras más débil es el L2, más importante es el reclutamiento de estas áreas, que se utilizan para la decisión de qué idioma usar. En la medida que el bilingüe se hace más experto en su L2, más automático se hace el proceso de selección lexical.

En esta misma línea, y aportando evidencia sobre este aspecto, Klein *et al.* (2006) encontraron que existe gran solapamiento entre las estructuras utilizadas para los aspectos semánticos y conceptuales del L1 y L2, aunque se pueden identificar algunas diferencias menores. En L1, un cambio en las palabras resulta en una activación bilateral de las áreas auditivas primarias y secundarias. En la fase de percepción inicial del estímulo, se activan regiones posteriores del giro frontal inferior izquierdo.

Esto sugiere que el giro frontal inferior izquierdo está implicado en el procesamiento semántico automático para acceder a información léxica. Los componentes neurales para el procesamiento de información semántico-lexical son la región frontal inferior izquierda y las áreas temporales de ambos hemisferios. Los resultados sugieren que cuando se accede a una palabra en el L2, automáticamente se accede a su equivalente en L1. Los resultados, además, sustentan que las representaciones mentales de las palabras en un cerebro bilingüe están integradas y comparten un solo sistema representacional, pero se propone que diferentes grupos de neuronas, dentro de este sistema, existen para percibir L2 y L1. Estos resultados apoyan lo planteado por Vygotsky y por otros estudios de neuroimagen.

El segundo aspecto de interferencia lingüística del L1 sobre el L2 es la fonética. La investigación

nos sugiere que, en la medida en que los fonemas son muy diferentes y no caen dentro del espectro natural de la frecuencia sonora del L1, más difícil es su aprendizaje (Iverson *et al.*, 2009). Además, algunas investigaciones sugieren que esta interferencia puede estar relacionada también con el proceso de producir el sonido y no necesariamente con el de escucharlo (como es el caso del catalán y el español), de donde los autores sugieren que la dificultad del dominio de fonemas de un L2 se debe a la capacidad individual del habla y no a las capacidades acústicas.

El tercer aspecto de interferencia lingüística es la gramática. De acuerdo con el análisis de nuestros datos, se sugiere que existe un procesamiento parecido al L1 cuando los idiomas son similares y las construcciones (gramaticales) se realizan por reglas. Cuando las construcciones gramaticales no son similares o dependen de características léxicas que no son iguales en el primer y el segundo idioma, la transferencia en las rutinas de procesamiento no se puede efectuar.

Por otro lado, un punto importante de los datos obtenidos en los artículos es el de transferibilidad en el procesamiento del lenguaje de un L2. Como se había mencionado anteriormente, mientras más similares sean los idiomas, más fácil será la transferencia de un idioma a otro. Lado (1957, citado por Klett, 2004) postula que se da una transferencia positiva cuando las estructuras similares en las dos lenguas facilitan el aprendizaje; en cambio, este se vuelve difícil cuando los elementos son diferentes entre las lenguas.

Ello sugiere que la similitud entre los idiomas es un factor importante para que el individuo aprenda mejor un L2, de lo contrario el proceso de aprendizaje será más difícil. Por tanto, el concepto de transferencia está estrechamente ligado con el de interferencia en el bilingüismo. Además, según Weinreich (1953, citado por Klett, 2004), “cuanto mayor sean las diferencias entre los sistemas, es decir, cuanto más numerosas sean las formas mutua-

mente excluyentes y los modelos de cada lengua, mayor será el problema de aprendizaje y el área potencial de interferencia”.

Esto quiere decir que hay más posibilidades de que el L1 interfiera en el aprendizaje del L2, si ambos difieren mucho entre sí, ya que, como se había discutido antes, el procesamiento del lenguaje de un L2 está determinado por el L1, haciendo conexiones con los esquemas que ya tenemos. Por tanto, si las rutinas en el procesamiento del lenguaje son parecidas entre un idioma y otro (si los idiomas son similares), la transferencia necesaria para el aprendizaje de un L2 será más exitosa, como se revela en el estudio de Sabourin y Stowe (2008).

Por todo lo anteriormente discutido, podemos concluir que sí existe una interferencia del L1 en el aprendizaje de un L2. Sin embargo, no se trata de catalogar esta interferencia como negativa, sino que la misma juega un papel importante en la adquisición de un L2, y debemos reconocerla como algo que ocurre de modo natural. Además, no podemos afirmar que esta interferencia esté presente en todas las personas que aprenden un L2. En el estudio de Díaz *et al.* (2008), encontraron personas con habilidades lingüísticas excelentes, las cuales no necesariamente tienen que presentar interferencia entre los dos idiomas aprendidos. Por tal razón, concluimos que son varios los factores que pueden influir en el aprendizaje de un L2: la edad de adquisición, la experiencia lingüística, las habilidades individuales, el nivel de rendimiento, entre otros. Sin embargo, de acuerdo con lo discutido en el análisis, podemos destacar dos posibles razones psicológicas que hacen que esta interferencia se lleve a cabo.

En primer lugar, la relación de mediatización existente entre el aprendizaje de una segunda lengua y la lengua materna. En segundo lugar, el factor transferibilidad, que supone que los idiomas deben ser similares para que el aprendizaje de un L2 sea más efectivo y sea exitosa la transferencia del primer al segundo idioma. Por último, no podemos

obviar el sustrato neurológico del aprendizaje del lenguaje. Aunque las estructuras cerebrales que se activan y son utilizadas por los bilingües manifiestan un alto solapamiento, la utilización de estructuras adicionales depende de exactamente las mismas variables que mencionamos anteriormente.

Nuestra investigación apoya el modelo de Kuhl (2005) de adquisición del lenguaje, ya sea L1 o L2. Esta nueva visión consta de varios principios importantes, de los cuales resaltamos algunos aquí (para una descripción detallada, véase Kuhl, 2005): 1) los infantes inicialmente rompen el lenguaje en unidades básicas, esto les permite adquirir las unidades de ordenamiento más altas por medio de su combinación; 2) el proceso de desarrollo del lenguaje es uno de aprendizaje perceptual, que se altera por la experiencia, y comienza con la exposición del infante al lenguaje, durante la cual este detecta los patrones lingüísticos y explota sus propiedades estadísticas; 3) la imitación vocal temprana vincula la percepción y la producción del habla con la información auditiva, visual y motora que es corregistrada por las categorías del lenguaje; 4) el periodo crítico del lenguaje es influenciado no solo por el tiempo sino también por el sustrato neuronal que se destina para esta función como resultado de la experiencia.

Entendemos que los datos obtenidos para este análisis sirven de base para continuar investigando la interferencia lingüística en el bilingüismo, sobre todo en el de español/inglés o en el de los múltiples lenguajes que cohabitan en América Latina y el español. Sin lugar a dudas, adentrarnos en el estudio del lenguaje siempre es difícil y muy complejo, pero al mismo tiempo resulta fascinante cuando podemos analizarlo desde múltiples perspectivas y entender mejor su adquisición y desarrollo, ya que el lenguaje es parte esencial de cualquier proceso educativo. Algo que siempre debemos tomar en cuenta es que “nuestra lengua materna no se marcha, no nos abandona y su sedimento es un valioso recurso para la adquisición de cualquier otra lengua” (Klett, 2004).

Referencias

- Abutalebi, J. *et al.* (2008). Language Control and Lexical Competition in Bilinguals: An Event-Related fMRI Study. *Cerebral Cortex*, 18 (7), 1496-1505.
- Álvarez Pérez, H. J. (2006). *Los hallazgos de las neurociencias y su aplicabilidad a la sala de clase: teoría y práctica*. San Juan: Aula XXI, Santillana.
- Avilés R., Morales, M. y Pacheco, Y. (2004, abril). *Meta-análisis: herramienta metodológica para la evidencia informacional*. Memorias del Congreso Internacional de Información Info 2004, Palacio de las Convenciones de La Habana, Cuba.
- Birdsong, D. (1999). Second language acquisition and the critical period hypothesis. *TESL-EJ*, 4 (2). Recuperado de <http://tesl-ej.org/ej14/r14.html>
- Cendoya, A. Bilingüismo y cerebro: Implicaciones para la educación. *Psicología Educativa*, 25 (1). En línea. Recuperado el 13 de febrero de 2011 de: <http://www.slideshare.net/mmmmm21/bilinguismo-y-cerebro-implicaciones-para-la-educacion>
- Clahsen, H. y Felser, C. (2006). How native-like is non-native language processing? *Trends in Cognitive Sciences*, 10 (12), 564-570.
- Díaz, B., Baus, C., Escera, C., Costa, A. y Sebastián-Gallés, N. (2008). Brain potentials to native phoneme discrimination reveal the origin of individual differences in learning the sounds of a second language. *PNAS*, 105 (42).
- Elston-Güttler, K. y Williams, J. (2008). First language polysemy affects second language meaning interpretation: evidence for activation of first language concepts during second language reading. *Second Language Research*, 24 (2), 167-187. DOI: 10.1177/0267658307086300.
- Fuster, J. M. (2010). El paradigma reticular de la memoria cortical. *Rev Neurol*, 50 (supl 3), S3-10.
- Golestani, N., Paus, T. y Zatorre, R. J. (2002). Anatomical correlates of learning novel speech sounds. *Neuron*, 35, 997-1010. Recuperado el 12 de febrero de 2011 de: <http://www.cell.com/neuron/retrieve/pii/S0896627302008620>
- Hagen, L. K. (2008). The Bilingual Brain: Human Evolution and Second Language Acquisition. *Evolutionary Psychology*, 6 (1), 43-63. Recuperado de el 12 de febrero de 2011 de: www.epjournal.net
- Hernández, A. E. y Li, P. (2007). Age of Acquisition: Its Neural and Computational Mechanisms. *Psychological Bulletin*, 133 (4), 638-650.
- Hopp, H. (2010). Ultimate attainment in L2 inflection: Performance similarities between non-native and native speakers. *Lingua*, 120, 901-931.
- Ivanova, I. y Costa, A. (2007). Does bilingualism hamper lexical access in speech production? *Acta Psychologica*, 127, 277-288.

- Iverson, P., Ekanayake, D., Hamann, S., Sennema, A. y Evans, B. G. (2009). Category and Perceptual Interference in Second-Language Phoneme Learning: An Examination of English /w/-/v/ Learning by Sinhala, German, and Dutch Speakers. *Journal of Experimental Psychology*, 34 (5), 1305-1316.
- Klein, D. et al. (2006). Bilingual brain organization: A functional magnetic resonance adaptation study. *NeuroImage*, 31, 366-375.
- Klett, E. (2004). Bilingüismo y lengua materna. *BilingLatAm*, 167-174. Recuperado el 3 de marzo de 2011 de: <http://www.essarp.org.ar/bilinglatam/papers/Klett.pdf>
- Kohnert, K. y Danahy, K. (2007). Young L2 learners' performance on a novel morpheme task. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 21 (7), 557-569.
- Kuhl, P. K. (2005). A new view of language acquisition. *PNAS*, 97 (22), 11850-11857.
- Kuhl, P. K. (2010). Brain Mechanisms in Early Language Acquisition. *Neuron*, 67, 713-727. DOI: 10.1016/j.neuron.2010.08.038.
- Kutas, M. y Federmier, K. D. (2002). Electrophysiology reveals semantic memory use in language comprehension. *Trends in Cognitive Science*, 4 (12), 1560-1566.
- López Laguerre, M. M. (1997). *El bilingüismo en Puerto Rico: Actitudes socio-lingüísticas del maestro*. San Juan: Espuela.
- Osterhout, L. et al. (2008). Second-language learning and changes in the brain. *Journal of Neurolinguistics*, 21, 509-521.
- Peña-Garay, M. (2005). Habilidades lingüísticas de los niños menores de un año. *Rev Neurol*, 41 (5), 291-298.
- Perani, D. y Abutalebi, J. (2005). The neural basis of first and second language processing. *Current Opinion in Neurobiology*, 15, 202-206.
- Petitto, L. A. y Dunbar, K. (2004). New findings from educational neuroscience on bilingual brains, scientific brains, and the educated mind. Recuperado el 6 de marzo de 2011 de: <http://www.dartmouth.edu/~educ/pdf/MBE%20Petitto-DunbarFinalFinal.pdf>
- Reiterer, S., Pereda, E. y Bhattacharya, J. (2009). Measuring second language proficiency with EEG synchronization: how functional cortical networks and hemispheric involvement differ as a function of proficiency level in second language speakers. *Second Language Research*, 25 (1), 77-106. DOI: 10.1177/0267658308098997.
- Sabourin, L. y Stowe, L. A. (2008). Second language processing: when are first and second languages processed similarly? *Second Language Research*, 24 (3), 397-430. DOI: 10.1177/0267658308090186.
- Saffran, J. R., Senghas, A. y Trueswell, J. C. (2001). The acquisition of language by children. *PNAS*, 98 (23), 12874-12875. Recuperado el 20 de febrero de 2011 de: www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.231498898

Sinha, A., Banerjee, N., Sinha, A. y Shastri, K. S. (2009). Interference of first language in the acquisition of second language. *Journal of Psychology and Counseling*, 1 (7), 117-122. Recuperado el 29 de enero de 2011 de: <http://www.academicjournals.org/JPC>

Tokowicz, N. y MacWhinney, B. (2005). Implicit and explicit measures of sensitivity to violations in second language grammar: an event-related potential investigation. *SSLA*, 27, 173-204. DOI: 10.1017/S0272263105050102.

Torres González, R. (2002). *Idioma, bilingüismo y nacionalidad: La presencia del inglés en Puerto Rico*. Río Piedras: Universidad de Puerto Rico.

Van den Noort, M., Bosch, P. y Hugdahl, K. (2006). Looking at second language acquisition from a functional and structural MRI background. Recuperado de

<http://csjarchive.cogsci.rpi.edu/proceedings/2006/docs/p2293.pdf>

Vigliocco, G. (2000). Language processing: The anatomy of meaning and syntax. *Current Biology*, 10 (2), 78-80.

Wartenburger, I. et al. (2003). Early Setting of Grammatical Processing in the Bilingual Brain. *Neuron*, 37, 159-170.

Weber, K. y Lavric, A. (2008). Syntactic anomaly elicits a lexico-semantic (N400) ERP effect in the second language but not the first. *Psychophysiology*, 45, 920-925.

Tabla 1.
Artículos utilizados en el metaanálisis: Resumen, muestra y métodos utilizados

Autor	Resumen	Muestra	Metodología
Elston-Güttler y Williams (2008)	Investigan la influencia de los patrones léxicos del L1 (alemán) en el procesamiento de palabras del L2 (inglés).	Dos grupos: 32 sujetos, L1 alemán/L2 inglés, 18 féminas, edad media: 24 años. 20 participantes L1 inglés, 12 féminas, edad media: 23 años.	Utilizaron palabras polisémicas del L1, independientes en L2. Ambos grupos indicaban si la palabra señalada cobraba sentido o no en la oración.
Díaz et al. (2008)	Investigan el origen de las diferencias individuales en la percepción de contrastes fonéticos del L2 para determinar si la variabilidad individual radicaba en habilidades psicoacústicas generales o si estaba ligada a habilidades específicas del habla.	Dos grupos: L1 español/L2 catalán. Clasificados como de buena percepción (BP) y de pobre percepción (PP). Grupo BP: 16 participantes, 12 féminas, 20 a 26 años. Grupo PP: 15 participantes, féminas, de 20 a 24 años.	Evaluaron la actividad cerebral de los participantes mediante EEG, midiendo los potenciales ERP. Se calculó la discriminación neural de los estímulos acústicos y del habla.
Sabourin y Stowe (2008)	Investigan los efectos del L1 en el procesamiento neural del L2, estudiando dos construcciones gramaticales: verbo y género.	45 participantes: 23 con L1 holandés; 14 con L1 alemán/L2 holandés; 8 con L1 lengua romance/L2 holandés.	Los participantes leían oraciones a través de un monitor e indicaban si la construcción de la oración era gramaticalmente correcta. La actividad cerebral fue medida por EEG, utilizando ERP.

Autor	Resumen	Muestra	Metodología
Reiterer <i>et al.</i> (2009)	Investigan la participación hemisférica en el procesamiento de L2, comparando dos grupos que difieren en el nivel de rendimiento en L2.	Dos grupos: L1 alemán/L2 inglés, 19 féminas, edad media: 24 años.	Los participantes escuchaban con audífonos noticias en la radio presentadas al azar tanto en L2 como en L1. La activación cerebral se registró mediante un EEG.
Kohnert y Danahy (2007)	Investigaron las habilidades lingüísticas en el aprendizaje de un nuevo morfema en niños bilingües.	20 niños, edades de 3 a 5 años, L1 español (idioma principal en la casa)/L2 inglés (idioma principal en la escuela).	Los niños fueron divididos en dos grupos a los que se les enseñaron las reglas de un idioma inventado en español (L1) y en inglés (L2), respectivamente. Luego de las sesiones de instrucción, contestaban preguntas para saber si aprendieron o no el nuevo morfema.
Iverson <i>et al.</i> (2009)	Investigaron el efecto del L1 sinhala, alemán y holandés en el aprendizaje L2 (inglés) para dos fonemas específicos: w/v.	80 sujetos: 20 lenguaje sinhala, 22 alemán, 18 holandés, 20 inglés (control).	Cada sujeto completaba tres pruebas auditivas: a) identificación de un estímulo natural: al escuchar una producción particular de consonante con vocal en inglés, determinaba si era w o v; b) determinación del acento en la pronunciación de los sonidos w/v de la lectura por medio de una lectura en inglés; c) identificar si un sonido en inglés era w/v y qué tan correctamente se representaba ese sonido.
Wartenburger <i>et al.</i> (2003)	Investigaron el efecto de la edad de adquisición del L2 y la competencia alcanzada en las áreas del cerebro reclutadas para la adquisición del L2.	32 sujetos, edades entre 25 y 29 años con L1/L2: italiano/alemán. Se dividieron en tres grupos: Adquisición temprana (al nacer); tardía (6 años) de L2, y tardía de alta y baja ejecución en L2.	Condiciones correctas/incorrectas gramaticales y semánticas. Se presentaban oraciones escritas a los sujetos. Se utilizó fMRI para determinar el sustrato cerebral activado en cada caso.
Ivanova y Costa (2008)	Someteron a prueba la hipótesis que el bilingüismo conlleva desventaja en el acceso al léxico de los bilingües, incluyendo su L1 español o catalán.	Tres grupos de 37 estudiantes universitarios de psicología: un grupo monolingüe con solo español, y dos grupos de bilingües que adquirieron L1 español y L2 catalán en sus hogares con los padres.	Se presentaron 50 fotos del banco de datos del International Picture Naming Project Database, 25 de las cuales correspondían a nombres con alta frecuencia y 25 a nombres de baja frecuencia. Los participantes nombraban las fotos tan rápido como pudiesen. Se midió el tiempo de respuesta utilizando una computadora con programado especial. Se midieron cuatro respuestas erróneas: tartamudeo, reparación del sonido, respuesta errónea y no dar respuesta.
Abutalebi <i>et al.</i> (2008)	Investigaron la red neural que subyace al control del lenguaje en los bilingües. Se enfocó en identificar las regiones del cerebro involucradas en dar nombres a las imágenes y en cómo los bilingües controlan el lenguaje que utilizan durante este proceso, en comparación con los monolingües.	12 estudiantes universitarios bilingües adultos, de 25 a 30 años, alemán L1/francés L2 adquirido a los 12 años.	Analizaron las respuestas utilizando fMRI, mientras los sujetos nombraban fotos en dos contextos monolingües y en uno bilingüe. En el primer contexto monolingüe, se presentaba la foto y los sujetos daban el nombre en L1. En el segundo, el sujeto nombraba la imagen o producía un verbo relacionado en L1. En el contexto de selección del lenguaje, los sujetos tenían que nombrar la imagen en L1 o L2.

Autor	Resumen	Muestra	Metodología
Klein <i>et al.</i> (2006)	Investigaron si el léxico en L1 y L2 ocupaba un mismo sustrato neural.	16 estudiantes universitarios adultos bilingües, L1 inglés/L2 francés que adquirieron entre los 4 y los 12 años de edad. Dos grupos: altamente y poco proficientes.	El experimento constó de ocho condiciones, cuatro en L1 y cuatro en L2; y una condición silente de base y control. Se analizaban las respuestas usando fMRI. En dos situaciones, una para cada lenguaje: se presentaban (mientras el sujeto escuchaba pasivamente la lectura) seis palabras sin variación de ítems para obtener la mayor adaptación posible. En las seis condiciones restantes, cada condición consistía de cinco primeras palabras idénticas y la última diferente. Esta variaba de tres modos posibles: cambio en significado dentro del mismo idioma, traducción de la palabra y cambio en lenguaje y significado. Las palabras se equilibraron entre los lenguajes, usando las variables psicolingüísticas de frecuencia, número de sílabas y visualización conceptual.

Tabla 2.
Correlación entre los resultados y las conclusiones de los artículos analizados

Autor	Resultados	Conclusiones
Elston-Güttler y Williams (2008)	Efecto mayor de interferencia en el léxico. Grupo bilingüe sobre el grupo de L1.	Los conceptos del L1 interfieren con su adquisición en el L2.
Díaz <i>et al.</i> (2008)	El grupo de buena percepción sobre el de pobre percepción manifiesta diferencias en las capacidades auditivas del habla, pero no en las acústicas.	Dominio de fonemas de un L2 debido a la capacidad individual del habla y no a las capacidades acústicas.
Sabourin y Stowe (2008)	Dominio verbal: Efectos similares en el reconocimiento de errores gramaticales en los grupos bilingües y de L1. Género: diferencias en el reconocimiento de errores gramaticales. Grupo alemán sobre grupo de lengua romance con L2 holandés.	Procesamiento parecido al del L1 cuando los idiomas son similares y las construcciones (gramaticales) se realizan por reglas. Cuando las construcciones gramaticales no son similares o dependen de características léxicas que no son iguales en L1 y L2, la transferencia en las rutinas de procesamiento falla.
Reiterer <i>et al.</i> (2009)	Mayor participación del hemisferio derecho en el procesamiento del lenguaje. Grupo bilingüe con bajo nivel de rendimiento sobre el grupo bilingüe con alto nivel de rendimiento.	Los hemisferios derecho e izquierdo son utilizados de modo diferente durante el aprendizaje del lenguaje. A medida que se alcanza mayor rendimiento del lenguaje, se va del hemisferio derecho al izquierdo.
Kohnert y Danahy (2007)	Diferencias en el aprendizaje de un nuevo morfema. Grupo que lo aprendió en su L1 sobre el grupo que lo aprendió en su L2.	El desempeño en los niños bilingües al aprender nuevas reglas morfológicas está ligado a las diferencias en las experiencias específicas del lenguaje.
Iverson <i>et al.</i> (2009)	Los hablantes de L1 (sinhala, alemán, holandés) difieren en su habilidad para percibir y producir los sonidos /w/ - /v/ en inglés. Los holandeses ejecutan muy bien identificando, produciendo y discriminando entre estos sonidos; los alemanes van desde un 50 % a 100 % de efectividad y los que hablan sinhala, con resultados que no sobrepasan el azar.	La interferencia lingüística explica las diferencias entre los hablantes de sinhala y alemán. Los hablantes de sinhala tienen pobre precisión al identificar los sonidos porque su espacio de percepción para estos estímulos está afectado por sensibilidad acústica pobre y no pueden discriminar los límites de separación entre uno y otro sonido. Estas diferencias en el aprendizaje fueron causadas más por interferencia perceptual que por asimilación categórica.

Autor	Resultados	Conclusiones
Wartenburger <i>et al.</i> (2003)	<p>No hubo diferencia significativa en la ejecución gramatical y semántica de L2 entre grupos de adquisición temprana del lenguaje y de adquisición tardía, que tenían alta ejecución. Hubo diferencia significativa en la ejecución gramatical y semántica y en el tiempo de reacción de L2 entre los de adquisición temprana del lenguaje y los de adquisición tardía de baja ejecución. Hubo diferencia significativa en la ejecución gramatical y semántica de L2 entre los de adquisición tardía de alta y baja ejecución.</p> <p>Resultados de fMRI para la evaluación de la gramática: Los participantes de L2 de adquisición tardía con alta ejecución, comparados con los de temprana adquisición, demostraron activación bilateral en el giro frontal inferior. El grupo de adquisición temprana de L2 de alta ejecución no demostró activación de áreas adicionales, comparado con el grupo de adquisición tardía de alta ejecución. El grupo de adquisición tardía de alta ejecución, comparado con el de adquisición tardía de baja ejecución, demostró mayor activación en la unión temporoparietal izquierda, el giro lingual derecho y el lóbulo parietal inferior derecho.</p> <p>Resultados de fMRI para la evaluación semántica: no hubo diferencias entre los grupos de alta ejecución de L2. El grupo de adquisición tardía de alta ejecución demostró mayor activación en la región izquierda media frontal y el giro derecho fusiforme frente al grupo de adquisición tardía de baja ejecución, que demostró mayor activación en la región frontal izquierda inferior y la región frontal derecha. La comparación entre todos los grupos de L1 no arroja activación adicional de ninguna área.</p> <p>Comparación gramatical entre L1 y L2: el grupo de adquisición temprana de alta ejecución no demuestra diferencias entre las áreas del cerebro activadas. Los dos grupos de adquisición tardía demuestran una extensa activación de áreas adicionales de la corteza frontal y temporal de ambos hemisferios, área de Broca, incluyendo estructuras subcorticales durante el procesamiento gramatical.</p> <p>Comparación semántica entre L1 y L2: el grupo de adquisición temprana de alta ejecución no demuestra diferencias entre las áreas activadas. Los grupos de adquisición tardía demuestran mayor activación bilateral del área inferior frontal, dando el de baja ejecución en el área de Broca y el de alta ejecución una activación más frontal inferior.</p>	<p>La amplitud y activación de áreas del cerebro en evaluación semántica y gramatical en L2 varía sustancialmente entre los grupos. El efecto de la edad de adquisición del L2 se manifiesta en el patrón de activación cerebral, durante la determinación de aspectos gramaticales. Esto indica que el aprendizaje adecuado de la gramática de un L2 debe ocurrir cuando se aprenden los dos idiomas simultáneamente, desde el nacimiento o en adquisición temprana. Este aprendizaje a edad temprana no es importante para la semántica, que sí está influenciada por el nivel de ejecución. Tanto la edad de adquisición como el rendimiento alcanzado durante el aprendizaje de un L2 tienen efectos sobre el sustrato cerebral que se utilizará para el L2. Sin embargo, para la parte gramatical es crítica la edad de adquisición, que debe ser en paralelo con el L1. El nivel de rendimiento alcanzado tiene mayor efecto sobre el área semántica del lenguaje.</p>
Ivanova y Costa (2008)	<p>Los monolingües nombran las fotos más rápido que los bilingües en ambos casos. Este fenómeno es mayor en las palabras de menor frecuencia que en las de mayor frecuencia y está presente tanto en los cognados como en los no cognados.</p>	<p>La presencia de la desventaja del bilingüe en nombrar las fotos está causada por un retardo en acceder al sistema léxico en el L1. Los bilingües exhiben una desventaja para acceder al léxico durante la producción del lenguaje, en comparación con los monolingües, aunque la tarea sea en su L1. Una explicación a este fenómeno es el efecto de frecuencia, según el cual los hablantes bilingües necesitan más tiempo para recuperar el léxico de su L1, ya que utilizan estas palabras con menos frecuencia que los monolingües.</p>

Autor	Resultados	Conclusiones
Abutalebi <i>et al.</i> (2008)	<p>El circuito que controla el lenguaje es modulado por el contexto situacional (bilingüe versus monolingüe) en el que los bilingües son colocados. Se ha sugerido que el núcleo caudado puede estar activado cuando el sistema procesador del lenguaje no puede depender solo de mecanismos automáticos y tiene que acudir a procesos también controlados. La extensión de la actividad de la corteza singular y del giro frontal inferior fue mayor cuando se seleccionaron elementos del léxico del L2, en comparación con L1. En la corteza anterior cingulada izquierda, la activación observada en la comparación entre grupos fue mucho más extensa. Esta corteza está involucrada en las tareas de control de interferencia y conflicto entre lenguajes, detección de errores y evaluación de respuestas, como ocurre cuando tenemos que obviar los nombres en L1 para darlos en L2. Los resultados indican que las áreas del cerebro que controlan la selección apropiada del lenguaje a utilizarse, entre dos lenguajes que compiten, son diferentes de aquellas que controlan esta función en el lenguaje dominante.</p>	<p>El procesamiento de un L2 demanda más que el procesamiento del L1 en la selección de un ítem lexical mediado por recursos de procesos más controlados. El L1, aparentemente, se procesa de modo más automático y es menos dependiente de estos mecanismos de control. A medida que una persona es más proficiente en el L2, estos mecanismos se automatizan. El control del lenguaje está asociado íntimamente al control cognitivo en general. Los estudios funcionales indican que varios subcomponentes del control cognitivo implican circuitos neurales separados, que incluyen: la corteza singular prefrontal, parietal y anterior; el ganglio basal; la corteza frontal, motora y temporoparietal. El núcleo caudado y la corteza singular anterior son parte de la red neural involucrada en el proceso de seleccionar entre idiomas, en un cerebro bilingüe. Mientras más débil es el L2, más importante es el reclutamiento de estas áreas.</p>
Klein <i>et al.</i> (2006)	<p>Tanto en L1 como en L2, cambiar las palabras mientras se procesan activa las mismas áreas del cerebro: el giro temporal lateral superior y la región frontal posterior izquierda. Tampoco hay diferencias entre el procesamiento del significado del léxico, en ambos idiomas. La edad de adquisición del L2 (francés) no fue un factor importante en ninguna de las pruebas realizadas, excepto en la traducción inversa, de L2 a L1, donde el giro izquierdo inferior frontal se activó menos a medida que aumentaba el rendimiento.</p>	<p>Las estructuras utilizadas para los aspectos semánticos y conceptuales del L1 y L2 se solapan. En L1, un cambio en las palabras resulta en una activación bilateral de las áreas auditivas primarias y secundarias. En la fase de percepción inicial, se activan regiones posteriores del giro frontal inferior izquierdo, sugiriendo que este está implicado en el procesamiento semántico automático para acceder a información léxica. Los componentes neurales para el procesamiento de información semántico-lexical son la región frontal inferior izquierda y las áreas temporales de ambos hemisferios. Cuando se accede a una palabra en L2, automáticamente se accede a su equivalente en L1. Las representaciones mentales de las palabras en un bilingüe están integradas y comparten un solo sistema representacional. Diferentes grupos de neuronas, dentro de este sistema, perciben L2 y L1.</p>